

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pengertian Beton Pracetak

Beton pracetak adalah teknologi konstruksi struktur beton dengan komponen-komponen penyusun yang dicetak terlebih dahulu pada suatu tempat khusus (*off site fabrication*), terkadang komponen-komponen tersebut disusun dan disatukan terlebih dahulu (*pre-assembly*), dan selanjutnya dipasang di lokasi (*installation*), dengan demikian sistem pracetak ini akan berbeda dengan konstruksi monolit terutama pada aspek perencanaan yang tergantung atau ditentukan pula oleh metode pelaksanaan dari pabrikasi, penyatuan dan pemasangannya, serta ditentukan pula oleh teknis perilaku sistem pracetak dalam hal cara penyabungan antar komponen join (Abduh, 2007)

Pada beberapa kasus desain propertis dengan metoda beton pracetak terjadi kenaikan biaya material beton disebabkan analisa propertis material tersebut harus didesain juga terhadap aspek instalasi, pengangkatan, dan aspek transportasi sehingga pemilihan dimensi dan kekuatan yang diperlukan menjadi lebih besar daripada desain propertis dengan metode cor ditempat.

##### 2.1.1. Jenis-jenis Pelat Prategang Pracetak (*Precast Slab*)

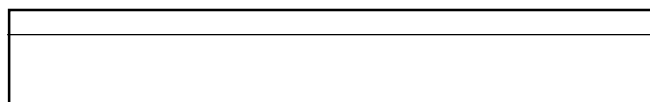
Ada beberapa jenis yang umum digunakan yaitu:

- a. Pelat prategang pracetak berlubang (*Hollow Core Slab*)



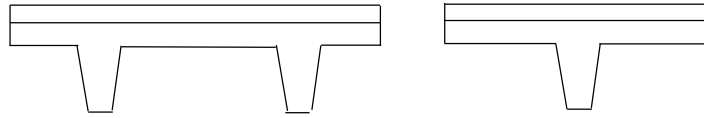
**Gambar 2.1.** Pelat prategang pracetak berlubang (*Hollow Core Slab*)

- b. Pelat prategang pracetak tanpa lubang (*Solid Slabs*)



**Gambar 2.2** Pelat prategang pracetak tanpa lubang (*Solid Slab*)

- c. Pelat prategang pracetak *Double Tees* dan *Single Tee*



**Gambar 2.3** Pelat prategang Double Tees dan Single Tees

### 2.1.2. Keuntungan dan Kerugian Penggunaan Beton Pracetak

Struktur elemen pracetak memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan struktur konvensional, antara lain:

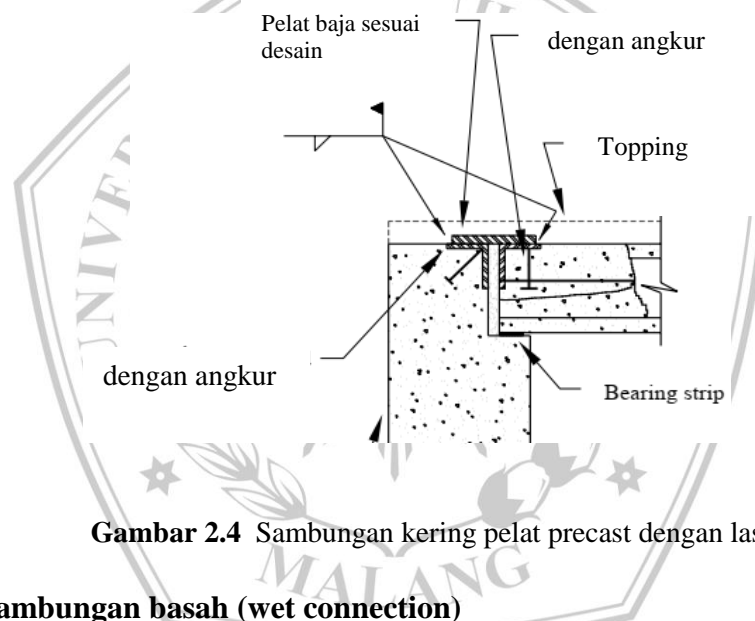
1. Penyederhanaan pelaksanaan konstruksi.
2. Waktu pelaksanaan yang cepat.
3. Waktu pelaksanaan struktur merupakan pertimbangan utama dalam pembangunan suatu proyek karena sangat erat kaitannya dengan biaya proyek. Struktur elemen pracetak dapat dilaksanakan di pabrik bersamaan dengan pelaksanaan pondasi di lapangan.
4. Penggunaan material yang optimum serta mutu bahan yang baik.
5. Lebih ekonomis dari segi penggunaan cetakan yang dapat digunakan berulang kali.
6. Penyelesaian finishing mudah.
7. Variasi untuk permukaan finishing pada struktur elemen pracetak dapat dibentuk sesuai dengan rancangan.
8. Tidak dibutuhkan lahan proyek yang luas, mengurangi kebisingan, lebih bersih dan ramah lingkungan.
9. Elemen pracetak yang dihasilkan selalu melalui pengujian laboratorium di pabrik untuk mendapatkan struktur yang memenuhi persyaratan, baik dari segi kekuatan maupun dari segi efisiensi.
10. Secara garis besar mengurangi biaya karena pengurangan pemakaian alat-alat penunjang, seperti : *scaffolding* dan lain-lain serta kebutuhan jumlah tenaga kerja dapat disesuaikan dengan kebutuhan produksi

### 2.1.3. Jenis Sambungan Antara Komponen Beton Pracetak

Jenis sambungan antara komponen beton pracetak yang biasa dipergunakan dapat dikategorikan menjadi 2 kelompok sebagai berikut :

#### 2.1.3.1. Sambungan kering (dry connection)

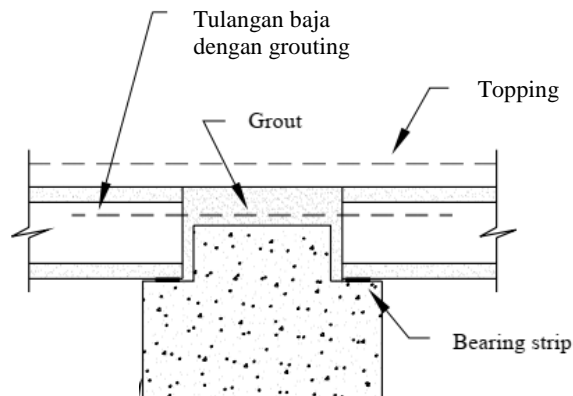
Sambungan kering menggunakan bantuan pelat besi sebagai penghubung antar komponen beton pracetak dan hubungan antara pelat besi dilakukan dengan baut atau dilas. Penggunaan metode sambungan ini perlu perhatian khusus dalam analisa dan pemodelan komputer karena antar elemen struktur bangunan dapat berperilaku tidak monolit. Untuk sambungan kering pada pelat *Hollow Core slab* dapat dilihat pada gambar 2.4.



**Gambar 2.4** Sambungan kering pelat precast dengan las.

#### 2.1.3.2. Sambungan basah (wet connection)

Sambungan basah terdiri dari keluarnya besi tulangan dari bagian ujung komponen beton pracetak yang mana antar tulangan tersebut dihubungkan dengan dilakukan pengecoran beton atau grouting. Jenis sambungan ini dapat berfungsi baik untuk mengurangi penambahan tegangan yang terjadi akibat rangkai, susut dan perubahan temperature. Sambungan basah ini sangat dianjurkan untuk bangunan di daerah rawan gempa karena dapat menjadikan masing-masing komponen beton pracetak menjadi monolit. Untuk sambungan basah pada pelat *Hollow Core slab* dapat dilihat pada gambar 2.5.



**Gambar 2.5** Sambungan basah pelat precast dengan grouting.

## 2.2. Pembebanan

### 2.2.1. Beban Vertikal (Gravitasi)

Beban gravitasi adalah beban yang bekerja tegak lurus ke bumi, vertikal ke bumi, beban yang secara alami dimiliki oleh setiap benda di muka bumi.

#### 2.2.1.1. Beban Mati atau *Dead Load (DL)*

Beban mati meliputi semua bagian komponen struktur yang bersifat tetap termasuk segala unsur tambahannya. Beban mati adalah berat total bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, kladding gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat keran (SNI 1727-2013:15). **Tabel 2.1.** dibawah menyediakan macam-macam berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung menurut SNI 1727-1989.

Tabel 2.1. Berat Sendiri bahan bangunan dan komponen gedung

Bahan /Komponen Gedung	Berat Jenis
Penggantung langit-langit	7 kg/m <sup>2</sup>
Penutup lantai	24 kg/m <sup>2</sup>
Plafon	11 kg/m <sup>2</sup>
Penutup atap dengan reng dan usuk	50 kg/m <sup>2</sup>
Pasangan setengah bata merah	250 kg/m <sup>2</sup>
Beton	2.200 kg/m <sup>2</sup>
Beton bertulang	2.400 kg/m <sup>2</sup>
Baja	7.850 kg/m <sup>2</sup>

Sumber : SNI 1727-1989: 2-3

### 2.2.1.2. Beban Hidup atau *Live Load (LL)*

Beban hidup adalah beban yang dihasilkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang bukan termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati (SNI 1727-2013:18). Besarnya beban hidup pada tiap lantai gedung ditentukan sesuai fungsi bangunan gedung yang telah disediakan pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Beban Hidup Tiap Lantai Gedung

a	Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam b	200 kg/m <sup>2</sup>
b	Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang-gudang tidak penting yang bukan untuk toko, pabrik atau bengkel	125 kg/m <sup>2</sup>
c	Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel asrama dan rumah sakit	250 kg/m <sup>2</sup>
d	Lantai ruang olah raga	400 kg/m <sup>2</sup>
e	Lantai ruang dansa	500 kg/m <sup>2</sup>
f	Lantai dan balkon-dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan yang lain dari pada yang disebut dalam a s/d e, seperti masjid, gereja, ruang pagelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton dengan tempat duduk tetap	400 kg/m <sup>2</sup>
g	Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton yang berdiri	500 kg/m <sup>2</sup>
h	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam c	300 kg/m <sup>2</sup>
i	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam d, e, f dan g	500 kg/m <sup>2</sup>
j	Lantai ruang pelengkap dari yang disebut dalam c, d, e, f dan g	250 kg/m <sup>2</sup>
k	Lantai untuk: pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku toko besi, ruang alat-alat dan ruang mesin, harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan tersendiri, dengan minimum	400 kg/m <sup>2</sup>
l	Lantai gedung parkir bertingkat: - Untuk lantai bawah - Untuk lantai tingkat lainnya	800 kg/m <sup>2</sup> 400 kg/m <sup>2</sup>
m	Balkon-balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap beban hidup dari lantai ruang yang berbatasan, dengan minimum	300 kg/m <sup>2</sup>

Sumber : SNI 1727-1989: 6

### 2.2.2. Beban Horisontal (*Lateral*)

Beban lateral atau horisontal adalah gaya yang bekerja pada bangunan yang bersifat horisontal dengan arah yang tidak menentu atau mendatar relatif sejajar permukaan bumi.

### 2.2.2.1. Beban Gempa atau *Earthquake* (E)

Beban gempa adalah beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung lain dengan menirukan pengaruh dari gerakan permukaan tanah akibat gempa itu. Menurut SNI 1726-2012:13 menentukan tata cara pengaruh gempa rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan dan evaluasi struktur bangunan gedung dan non gedung serta berbagai dan peralatannya secara umum. Gempa rencana ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlewati besarnya selama umur struktur bangunan 50 tahun adalah sebesar 2 persen (SNI 1726-2012:13). Adapun tahapan dalam menganalisa beban gempa rencana adalah sebagai berikut :

1. Tentukan kategori resiko struktur bangunan dan faktor keutamaan.

Kategori resiko struktur bangunan untuk gedung dan non-gedung disajikan dalam Tabel 2.3 pengaruh gempa terhadap struktur yang ditinjau harus dikalikan dengan faktor keutamaan (Ie) dalam **Tabel 2.4** (SNI 1726-2012:13).

Tabel 2.3 Kategori resiko bangunan gedung dan non-gedung

Jenis pemanfaatan	Kategori Resiko
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan</li> <li>- Fasilitas sementara</li> <li>- Gudang penyimpanan</li> <li>- Rumah jaga dan struktur kecil lainnya</li> </ul>	I
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perumahan</li> <li>- Rumah toko dan rumah kantor</li> <li>- Pasar</li> <li>- Gedung perkantoran</li> <li>- Gedung apartemen/ rumah susun</li> <li>- Pusat perbelanjaan/ mall</li> <li>- Bangunan industri</li> <li>- Fasilitas manufaktur</li> <li>- Pabrik</li> </ul>	II

Tabel 2.3 Kategori resiko bangunan gedung dan non-gedung (lanjutan)

Jenis pemanfaatan	Kategori Resiko
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioskop</li> <li>- Gedung pertemuan</li> <li>- Stadion</li> <li>- Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas penitipan anak</li> <li>- Penjara</li> <li>- Bangunan untuk orang jompo</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pusat pembangkit listrik biasa</li> <li>- Pusat telekomunikasi</li> <li>- Fasilitas penanganan limbah</li> <li>- Pusat telekomunikasi</li> </ul>	III
<p>Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bangunan-bangunan monumental</li> <li>- Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan</li> <li>- Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat</li> <li>- Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya</li> <li>- Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat</li> <li>- Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat</li> </ul> <p>Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran ) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat</p> <p>Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.</p>	IV

Sumber : SNI 1726-2012: 14-15

Tabel 2.4 Faktor keutamaan gempa,  $I_e$ 

Kategori resiko	Faktor keutamaan gempa, $I_e$
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Sumber : SNI 1726-2012: 15

## 2. Tentukan klasifikasi situs.

Dalam perumusan kriteria desain seismik suatu bangunan di permukaan tanah atau penentuan amplifikasi besaran percepatan gempa puncak dari batuan dasar ke permukaan tanah untuk suatu situs, maka situs tersebut harus diklasifikasikan terlebih dahulu. Klasifikasi situs diperoleh berdasarkan kondisi tanah di lapangan. Klasifikasi situs pada Tabel 2.5 di bawah berlaku untuk tanah dengan kedalaman sampai 30 meter dari permukaan tanah.

Tabel 2.5 Klasifikasi Situs

Kelas situs	$\bar{v}_s$ (m/detik)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{ch}$	$\bar{S}_u$ (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	$\geq 100$
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	N/A
SE (tanah lunak)	< 175	<15	< 50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$ , 2. Kadar air, $w \geq 40\%$ , 3. Kuat geser niralinir $\bar{S}_u < 25\text{kPa}$		
SF (tanah khusus, yang membutuhkan nvestigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 6.10.1)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3\text{m}$ ) - Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5\text{ m}$ dengan Indeks Platisitas $PI > 75$ ) Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35\text{ m}$ dengan $\bar{S}_u < 50\text{ kPa}$		

**CATATAN:** N/A = tidak dapat dipakai

Sumber : SNI 1726-2012: 17-18



Tanah yang mengandung beberapa jenis lapisan, harus dibagi kedalam kelompok yang diberi angka I hingga n. n adalah jumlah lapisan tanah sampai kedalaman 30 meter di atas permukaan tanah. Lapisan n berupa tanah kohesif dan non-kohesif, sedangkan i adalah lapisan tanah diantara lapisan tanah I hingga n.

Dalam studi ini klasifikasi situs menggunakan metode tahanan penetrasi standar lapangan rata-rata. Menurut SNI 1726-2012:19 nilai N untuk tanah kohesif, non-kohesif, dan lapisan batuan dirumuskan sebagai berikut:

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i}} \quad \dots\dots\dots [2.1]$$

Keterangan:

$d_i$  = tebal setiap lapisan antara kedalaman 0-30 meter

$N_i$  = nilai tahanan penetrasi standar 60% energi ( $N_{60}$ )

3. Tentukan parameter percepatan tanah ( $S_s$  dan  $S_1$ )

Untuk mendapatkan nilai  $S_s$  dan  $S_1$  dapat melakukan analisa melalui aplikasi desain spektra Indonesia 2011 yang dapat di akses pada alamat berikut [puskim.pu.go.id](http://puskim.pu.go.id).

4. Tentukan faktor koefisien situs

Menurut SNI 1726-2012:21 penentuan respons spektral percepatan gempa MCER di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik pada perioda 0,2 detik dan perioda 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran perioda pendek ( $F_a$ ) (Tabel 2.6) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran perioda 1 detik ( $F_v$ ) (Tabel 2.7). Pengaruh klasifikasi situs harus ditentukan dengan perumusan berikut:

$$S_{MS} = F_a \times S_s \quad \dots\dots\dots [2.2a]$$

$$S_{M1} = F_v \times S_1 \quad \dots\dots\dots [2.2b]$$

Keterangan:

$S_s$  = parameter respons spektral percepatan gempa MCER terpetakan untuk perioda pendek.

$S_1$  = parameter respons spektral percepatan gempa MCER terpetakan untuk perioda 1,0 detik.

Tabel 2.6. Koefisien situs,  $F_a$

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCER) terpetakan pada perioda pendek, $T=0,2$ detik, $S_s$				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS <sup>b</sup>				

**CATATAN:**

- (a) Untuk nilai-nilai antara  $S_s$  dapat dilakukan interpolasi linier
- (b) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 6.10.1

(Sumber: SNI 1726-2012:22)

Tabel 2.7. Koefisien situs,  $F_v$

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCER) terpetakan pada perioda 1 detik, $S_1$				
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS <sup>b</sup>				

**CATATAN :**

- (a) Untuk nilai-nilai antara  $S_1$  dapat dilakukan interpolasi linier
- (b) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs- spesifik, lihat 6.10.1

(Sumber: SNI 1726-2012:22)

## 5. Hitung Parameter percepatan spektral desain

Menurut SNI 1726-2012:22 parameter percepatan spektral desain untuk perioda pendek,  $SDS$  dan pada perioda 1 detik,  $SD1$ , harus ditentukan melalui perumusan berikut:

$$S_{DS} = \frac{2}{3} \times S_{MS} ; S_{D1} = \frac{2}{3} \times S_{M1} \quad \dots\dots\dots [2.3]$$

## 6. Spektrum respon desain

Kurva spektrum respons desain harus dikembangkan dengan mengacu

**Gambar 2.3** dan mengikuti ketentuan di bawah ini:

- a. Untuk perioda yang lebih kecil dari  $T_0$  spektrum respons percepatan desain,  $S_a$ , harus diambil dari persamaan

$$S_a = S_{DS} \left[ 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right] \quad \dots\dots\dots [2.4a]$$

- b. Untuk perioda yang lebih besar dari atau sama dengan  $T_0$  dan lebih kecil dari atau sama dengan  $T_s$ , spektrum respons percepatan desain,  $S_a$ , sama dengan  $S_{DS}$ ;

- c. Untuk perioda yang lebih besar dari  $T_s$ , spektrum respons percepatan desain,  $S_a$ , diambil berdasarkan persamaan;

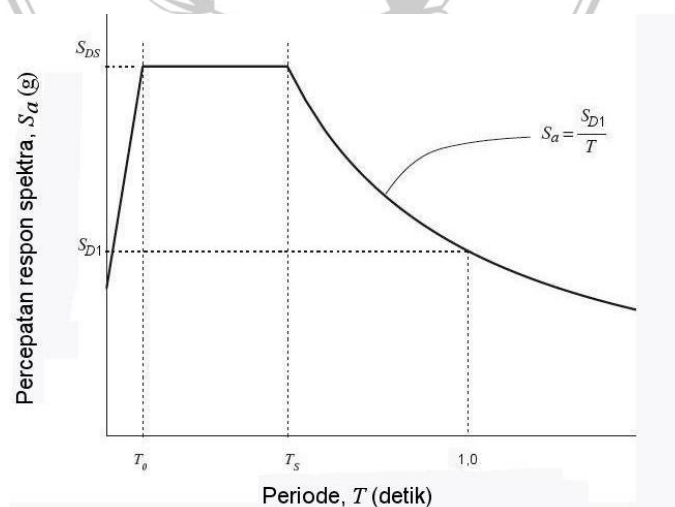
$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad \dots\dots\dots [2.4b]$$

Keterangan:

$T$  = perioda getar fundamental struktur.

$$T_0 = 0,2 \times \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad \dots\dots\dots [2.4c]$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad \dots\dots\dots [2.4d]$$



Gambar 2.6. Spektrum respons desain

(Sumber: SNI 1726-2012:23)

Tabel 2.8. Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek

Nilai $S_{DS}$	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

Sumber: SNI 1726-2012:24

Tabel 2.9. Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik

Nilai $S_{D1}$	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,167$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

Sumber: SNI 1726-2012:25

## 7. Kombinasi sistem perangkat dalam arah yang berbeda

Tabel 2.10. Faktor R, Cd, dan  $\Omega_0$  untuk sistem penahan gempa

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, $R^a$	Faktor kuat-lebih sistem, $\eta^g$	Faktor pembesaran defleksi, $C_d^b$	Batasan sistem struktur dan batasan tinggistruktur, $h_n$ (m) <sup>c</sup>				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D <sup>d</sup>	E <sup>d</sup>	F <sup>e</sup>
Sistem dinding penumpu	7.1.1	7.1.2	7.1.3	7.1.4	7.1.5	7.1.6	7.1.7	7.1.8
1. Dinding geser beton bertulang khusus	5	2½	5	TB	TB	48	48	30
2. Dinding geser beton bertulang biasa	4	2½	4	TB	TB	TI	TI	TI
3. Dinding geser beton polos didetail	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
4. Dinding geser beton polos biasa	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
5. Dinding geser pracetak menengah	4	2½	4	TB	TB	12 <sup>k</sup>	12 <sup>k</sup>	12 <sup>k</sup>
6. Dinding geser pracetak biasa	3	2½	3	TB	TI	TI	TI	TI
7. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5	2½	3½	TB	TB	48	48	30
8. Dinding geser batu bata bertulang menengah	3½	2½	2¼	TB	TB	TI	TI	TI
9. Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	2½	1¾	TB	48	TI	TI	TI
10. Dinding geser batu bata polos didetail	2	2½	1¾	TB	TI	TI	TI	TI
11. Dinding geser batu bata polos biasa	1½	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
12. Dinding geser batu bata prategang	1½	2½	1¾	TB	TI	TI	TI	TI

Sumber: SNI 1726-2012: 34-35

Tabel 2.10. Faktor R, Cd, dan  $\Omega_0$  untuk sistem penahan gempa (lanjutan)

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, $R^a$	Faktor kuat-lebih sistem, $\eta^g$	Faktor pembesaran defleksi, $C_d^b$	Batasan sistem struktur dan batasan tinggistruktur, $h_n$ (m) <sup>c</sup>				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D <sup>d</sup>	E <sup>d</sup>	F <sup>e</sup>
<b>Sistem dinding penumpu</b>	<b>7.1.1</b>	<b>7.1.2</b>	<b>7.1.3</b>	<b>7.1.4</b>	<b>7.1.5</b>	<b>7.1.6</b>	<b>7.1.7</b>	<b>7.1.8</b>
13.Dinding geser batu bata ringan (AAC)	2	2½	2	TB	10	TI	TI	TI
14.Dinding geser batu bata ringan (AAC) polos biasa	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
15.Dinding rangka ringan (kayu) dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	6½	3	4	TB	TB	20	20	20
16.Dinding rangka ringan (baja canai dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	6½	3	4	TB	TB	20	20	20

Sumber: SNI 1726-2012: 34-35

Menurut SNI 1726-2012:34 sistem penahan gaya gempa yang berbeda diijinkan untuk digunakan, untuk menahan gaya gempa di masing-masing arah kedua sumbu ortogonal struktur. Bila sistem yang berbeda digunakan, masing-masing nilai R, Cd, dan  $\Omega_0$  harus dikenakan pada setiap sistem, termasuk batasan sistem struktur.

#### 8. Periode fundamental pendekatan

Menurut SNI 1726-2012:55 sebagai alternatif pada pelaksanaan analisis untuk menentukan perioda fundamental struktur,  $T$ , diijinkan secara langsung menggunakan perioda bangunan pendekatan,  $T_a$ , yang dihitung sesuai persamaan berikut:

$$T_a = C_t \times h_n^x \quad \dots\dots\dots [2.5a]$$

Dimana  $T_a$  tidak boleh lebih besar dari  $T_{max}$  :

$$T_a = C_u \times T_a \quad \dots\dots\dots [2.5b]$$

Keterangan:

$T_a$  = perioda pfundamentalpendekatan (detik).

$T_{max}$  = perioda fundamental pendekatan maksimum (detik).

$H_n$  = ketinggian struktur (m), diaas dasar sampai tingkat tertinggi.

$C_t$  &  $x$  = ditentukan dalam tabel 2.11.

Tabel 2.11. Nilai parameter perioda pendekatan  $C_t$  dan  $x$

Tipe struktur	$C_t$	$x$
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 persen gaya gempa yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa:		
- Rangka baja pemikul momen	0,0724 <sup>a</sup>	0,8
- Rangka beton pemikul momen	0,0466 <sup>a</sup>	0,9
- Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731 <sup>a</sup>	0,75
- Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731 <sup>a</sup>	0,75
- Semua sistem struktur lainnya	0,0488 <sup>a</sup>	0,75

Sumber: SNI 1726-2012: 36

Tabel 2.12. Koefisien batas atas pada perioda yang dihitung

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, $S_{D1}$	Koefisien $C_u$
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Sumber : SNI 1726-2012: 36

## 9. Geser dan seismik

Menurut SNI 1726-2012: 54 geser dasar seismik,  $V$ , dalam arah yang ditetapkan harus sesuai dengan persamaan berikut:

$$V = C_s \times W \quad \dots\dots\dots [2.6a]$$

Keterangan:

$C_s$  = koefisien respons seismik yang ditentukan.

$W$  = berat seismik efektif.

Koefisien respons seismik,  $C_s$ , dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad \dots\dots\dots [2.6b]$$

Keterangan:

SDS = percepatan spektrum respons desain perioda pendek.

R = faktor modifikasi respons (**Tabel 2.10**).

Ie = faktor keutamaan gempa yang ditentukan (**Tabel 2.4**).

Nilai Cs pada persamaan di atas nilainya tidak boleh melebihi persamaan di bawah ini.

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad \dots\dots\dots [2.6c]$$

Dan nilai Cs tidak boleh kurang dari,

$$C_s = 0,044 S_{D1} I_e \geq 0,01 \quad \dots\dots\dots [2.6d]$$

Keterangan:

SDI = percepatan spektrum sespons desain perioda 1 detik.

T = perioda fundamental struktur (detik).

#### 10. Distribusi vertikal gaya gempa

Menurut SNI 1726-2012:57 gaya gempa lateral ( $F_x$ ) dalam satuan berat kN yang timbul di semua tingkat harus ditentukan dari persamaan berikut:

$$F_x = C_s \times W \quad \dots\dots\dots [2.7a]$$

$$C_{vx} = \frac{W_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad \dots\dots\dots [2.7b]$$

Keterangan:

$C_{vx}$  = faktor distribusi vertikal.

V = gaya lateral desain total atau geser di dasr struktur (kN)

$w_i; w_x$  = bagian berat seismik efektif total strukktur (W) yang ditempatkan pada tingkat  $i$  atau  $x$ .

$h_i ; h_x$  = tinggi dari dasar sampai tingkat  $i$  atau  $x$  (m).

k = eksponen terkait dengan perioda struktur sebagai berikut:

= untuk struktur yang mempunyai perioda sebesar 0,5 detik atau kurang,  $k=1$

= untuk struktur yang mempunyai perioda sebesar 2,5 detik atau kurang,  $k=2$

= untuk struktur yang mempunyai perioda antara 0,5 detik sampai 2,5 detik, harus sebesar 2 atau harus ditentukan dengan interpolasi linier antara 1 dan 2

### 2.2.3. Beban Kombinasi

Hasil perhitungan dari beban mati, beban hidup dan beban gempa kemudian dikombinasikan sesuai dengan kombinasi pembebanan menurut SNI 03-1727-2013 dan di input ke program pendukung staad-Pro. Berikut adalah kombinasi beban terfaktor yang digunakan dalam metode desain kekuatan menurut SNI 03-1727-2013:11-12 :

1.  $1,4D$
2.  $1,2D + 1,6L + 0,5 (L_R, \text{ atau } S \text{ atau } R)$
3.  $1,2D + 1,6 (L_R, \text{ atau } S \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$
4.  $1,2D + 1,0W + L + 0,5 (L_R, \text{ atau } S \text{ atau } R)$
5.  $1,2D + 1,0E + L + 0,2S$
6.  $0,9D + 1,0W$
7.  $0,9D + 1,0E$

Keterangan:

$D$	= beban mati	$W$	= beban angin
$L$	= beban hidup	$R$	= beban hujan
$S$	= beban salju	$E$	= beban gempa
$L_r$	= beban hidup atap		

## 2.3. Perencanaan Pelat Precast Hollow Core Slab

### 2.3.1. Sistem Prategang Pada Pelat Hollow Core Slab

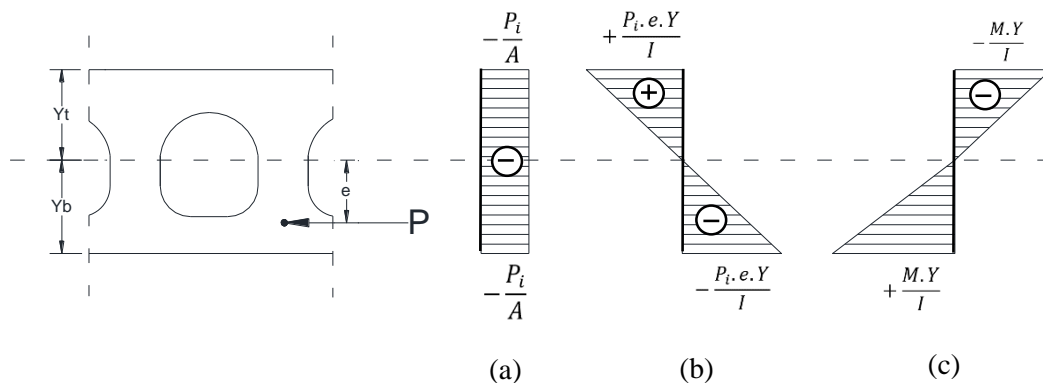
Beton adalah material yang kuat dalam kondisi tekan , tetapi lemah dalam kondisi tarik. Kuat tariknya bervariasi dari 8 sampai 14 persen dari kuat tekannya. Karena rendahnya kapasitas tarik tersebut, maka retak lentur terjadi pada taraf pembebanan yang masih rendah. Untuk mengurangi atau mencegah berkembangnya retak tersebut, gaya



konsentris atau eksentris diberikan dalam arah longitudinal elemen struktural (Nawy, 2001). Gaya ini yang mencegah berkembangnya retak dengan cara mengeliminasi atau mengurangi tegangan tarik dibagian tumpuan dan daerah kritis pada kondisi beban kerja, sehingga dapat meningkatkan kapasitas lentur, geser, dan torsional penampang tersebut. Penampang dapat berperilaku elastis dan hampir semua kapasitas beton dalam memikul tekan dapat secara efektif dimanfaatkan diseluruh tinggi penampang beton pada saat semua beban bekerja di struktur tersebut.

Gaya longitudinal yang diterapkan seperti diatas disebut gaya prategang, yaitu gaya tekan yang memberikan prategang pada penampang di sepanjang bentang suatu elemen struktural sebelum bekerjanya beban mati dan beban hidup transversal. Jenis pemberian gaya prategang ditentukan terutama berdasarkan jenis sistem yang dilaksanakan dan panjang bentang serta kelangsingan yang dikehendaki. Karena gaya prategang diberikan secara longitudinal disepanjang atau sejajar dengan sumbu komponen struktur, maka prinsip-prinsip prategang dikenal sebagai pemberian prategang linear. Sistem prategang pada *hollow core slab* untuk meningkatkan kapasitas daya dukung pelat *hollow core* dimana penarikan kabel prategang dilakukan pada suatu dudukan sebelum pengecoran pelat lantai.

Sistem pracetak pelat *Hollow Core* menggunakan sistem prategang dimana kabel prategang ditarik terlebih dahulu pada suatu dudukan khusus yang telah disiapkan dan kemudian dilakukan pengecoran. Oleh karena itu pembuatan produk pracetak ini harus ditempat fabrikasi khusus yang menyediakan dudukan yang dimaksud. Adanya lubang dibagian tengah pelat secara efektif mengurangi berat sendirinya tanpa mengurangi kapasitas lenturnya. Jadi pracetak ini relatif ringan dibandingkan dengan *solid slab*, bahkan karena digunakannya prategang maka kapasitas dukungnya lebih besar. Keberadaan lubang pada slab tersebut sangat berguna jika diaplikasikan pada bangunan tinggi, karena mengurangi bobot lantainya.



**Gambar 2.7** Diagram tegangan Pelat Hollow Core Slab.

Diagram tegangan pada pelat Hollow Core Slab pada gambar di atas setelah pelat diberikan gaya tekan  $P$ , (a) Tegangan akibat gaya prategang, (b) Tegangan akibat eksentrisitas prategang, (c) Tegangan akibat beban yang bekerja.

Persamaan saat kondisi awal dimana kehilangan tegangan belum terjadi adalah sebagai berikut:

$$f^t = -\frac{P_i}{A} \left( 1 \pm \frac{ec_t}{r^2} \right) \pm \frac{M_D}{S^t} \quad \text{..... [2.8a]}$$

$$f_b = -\frac{P_i}{A} \left( 1 \pm \frac{ec_b}{r^2} \right) \pm \frac{M_D}{S_b} \quad \text{..... [2.8b]}$$

Rumus tegangan pada kondisi akhir dengan momen yang digunakan adalah  $M_T$  sebagai berikut:

$$f^t = -\frac{P_i}{A} \left( 1 \pm \frac{ec_t}{r^2} \right) \pm \frac{M_T}{S^t} \quad \text{..... [2.9a]}$$

$$f_b = -\frac{P_i}{A} \left( 1 \pm \frac{ec_b}{r^2} \right) \pm \frac{M_T}{S_b} \quad \text{..... [2.8b]}$$

Dimana:

$$M_T = M_D + M_{SD} + M_L$$

$M_T$  = Momen total akibat gravitasi.

$M_D$  = Momen akibat berat sendiri.

$M_{SD}$  = Momen akibat beban mati tambahan, seperti lantai.

$M_L$  = momen akibat beban hidup, termasuk beban gempa.

$P_i$  = gaya prategang awal sebelum terjadinya kehilangan (kg).

- $P_e$  = gaya prategang awal setelah terjadinya kehilangan (kg).  
 $A$  = luas penampang pracetak ( $\text{cm}^2$ )  
 $S$  = Inersia penampang untuk serat atas atau bawah ( $\text{cm}^3$ ).  
 $e$  = jarak eksentrisitas gaya (cm).

### 2.3.2. Persyaratan Tegangan Ijin

Perencanaan pelat *hollow core slab* dimulai pada peraturan ACI 318 (*Building Code Requirement for Structural Concret*) sebagai struktur prategang pada umumnya pelat *hollow core* dikontrol terhadap tegangan transfer prategang, tegangan pada waktu pengangkatan, tegangan pada saat layan, lendutan dan perencanaan kekuatan lentur dan geser ultimit. Untuk kasus yang seragam, tabel pembebanan akan dimasukkan nilai kedalam jenis perencanaan dan kapasitas beban sesuai kriteria yang diinginkan.

Dalam *PCI Hollow Core Slabs* (1998) menampilkan ketentuan untuk perencanaan lentur dari struktur prategang sebagai batas tegangan ijin maksimum:

- a. Tegangan ijin beton prategang pada saat kondisi transfer (sebelum terjadi kehilangan):
  - 1) Tegangan ijin maksimum tekan  $0,6 f_c'$
  - 2) Tegangan ijin maksimum tarik  $6\sqrt{f_c'}$
- b. Tegangan ijin beton prategang saat kondisi handling (sesudah terjadi kehilangan):
  - 1) Tegangan ijin maksimum tekan  $0,45 f_c'$
  - 2) Tegangan ijin maksimum tekan  $6\sqrt{f_c'}$
- c. Tegangan ijin beton prategang saat kondisi servis (sesudah terjadi kehilangan dan dengan ditambah beban guna struktur):
  - 1) Tegangan ijin maksimum tekan  $0,6 f_c'$
  - 2) Tegangan ijin maksimum tekan  $7,5\sqrt{f_c'}$

### 2.3.3. Kehilangan Prategang

*PCI Hollow Core Slabs* (1998) menjelaskan bahwa kehilangan prategang pada beton pratarik adalah sebagai berikut:

#### 1) Perpendekan elastis beton

Beton memendek pada saat prategang bekerja sehingga kawat prategang ikut memendek. Kondisi menyebabkan kehilangan sebagian gaya prategang pada yang dipikulnya.

$$ES = K_{es} \frac{E_s}{E_{ci}} f_{cir} \quad \text{..... [2.9a]}$$

$K_{es} = 1.0$  untuk batang pratarik

$$f_{cir} = K_{cir} \left( \frac{P_i}{A} + \frac{P_i \cdot e^2}{I} \right) - \frac{M_g \cdot e}{I} \quad \text{..... [2.9b]}$$

$K_{cir} = 0,9$  untuk batang pratarik

#### 2) Rangkak pada beton

Rangkak adalah peningkatan regangan terhadap waktu akibat beban yang sama yang terus menerus bekerja.

$$CR = K_{cr} \frac{E_s}{E_c} (f_{cir} - f_{cds}) \quad \text{..... [2.10]}$$

$K_{cr} = 2.0$  berat normal untuk batang pratarik

$= 1.6$  berat yang ringan untuk batang pratarik

$$f_{cds} = \frac{M_{sd} \cdot e}{I} \quad \text{..... [2.11]}$$

#### 3) Susut pada beton

Pada dasarnya terjadi dua jenis susut, susut plastis dan susut pengeringan. Susut plastis terjadi saat kondisi permukaan beton yang lebih cepat mengering pada saat setelah pengecoran. Susut pengeringan adalah berkurangnya volume beton saat kehilangan kandungan air akibat penguapan.

$$SH = 8.2 \times 10^{-6} K_{sh} E_s \left( 1 - 0.06 \frac{V}{S} \right) \times (100 - RH) \quad \text{..... [2.12]}$$

$K_{sh} = 1.0$  untuk batang pratarik

$RH$  = kelembaban relatif lingkungan

**Tabel 2.13** Tipe kabel prategang

Tipe tendon	$K_{re}$ (psi)	J
Tegangan kabel mutu 270	20,000	0.15
Tegangan kabel mutu 250	18,500	0.14
Tegangan kabel mutu 240 atau 235	17,600	0.13
Tegangan kabel relaksasi rendah mutu 270	5000	0.040
Tegangan kabel relaksasi rendah mutu 250	4630	0.037
Tegangan kabel relaksasi rendah mutu 240 atau 235	4400	0.035
Tegangan batang mutu 145 atau 160	6000	0.05

Sumber: *PCI Hollow Core Slabs (1998)*

#### 4) Relaksasi baja

Kawat prategang mengalami kehilangan pada gaya prategang akibat dari perpanjangan konstan terhadap waktu.

$$RE = [K_{re} - J (SH + CR + ES)] C \quad \dots\dots\dots [2.13]$$

$K_{re}$  ,  $J$  ,  $C$  = faktor dari tabel 2.13 dan 2.14

**Tabel 2.14** Nilai C

fsi/fpu	Tegangan kabel	Tegangan batang/ kabel relaksasi rendah
0.80		1.28
0.79		1.22
0.78		1.16
0.77		1.11
0.76		1.05
0.75	1.45	1.00
0.74	1.36	0.95
0.73	1.27	0.90
0.72	1.18	0.85
0.71	1.90	0.80
0.70	1.00	0.75
0.69	0.94	0.70
0.68	0.89	0.66
0.67	0.83	0.61
0.66	0.78	0.57

Sumber: *PCI Hollow Core Slabs (1998)*

Dalam *PCI Manual for Hollow Core Slab (1998:2-5)* menjabarkan total kehilangan pada pelat precast Hollow Core Slab dijelaskan pada table berikut:

### 2.3.4. Perencanaan Kuat Lentur

Tegangan beton pada kondisi akhir (*service load*) dihitung sebagai kemampuan servis. Untuk kondisi servis maka defleksi harus dihitung, pengecekan tegangan harus dilakukan terlebih dahulu untuk menentukan apakah properti penampang bruto atau properti penampang retak yang akan digunakan.

Tegangan saat servis diperiksa dengan asumsi bahwa semua kehilangan tekanan telah terjadi. *Hollow Core Slab* biasanya dirancang untuk tidak retak di bawah beban layanan penuh. Batas tegangan tarik berada di antara  $6\sqrt{f'_c}$  dan  $7.5\sqrt{f'_c}$  yang umum digunakan.

Desain rencana ultimit yang digunakan memiliki beberapa ketentuan sebagai berikut:

- 1) Faktor beban ( $U = 1.4D + 1.7L$ ) ..... [2.15]
- 2) Faktor reduksi kekuatan lentur ( $\phi = 0.9$ )

Perencanaan lentur pada *Hollow Core Slab* yang dijelaskan pada *PCI Hollow Core Slabs (1998:2-7)* adalah sebagai berikut:

$$\phi M_n = \phi \cdot A_{ps} \cdot f_{ps} \left( d_p - \frac{a}{2} \right) \quad \text{..... [2.16]}$$

$$a = \frac{A_{ps} \cdot f_{ps}}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} \quad \text{..... [2.17]}$$

dimana:

$f_{ps}$  = nilai yang dihitung oleh kompatibilitas regangan atau

$$f_{ps} = f_{pu} \left[ 1 - \frac{\gamma_p}{\beta_1} \left( \rho_p \frac{f_{pu}}{f'_c} \right) \right] \quad \text{..... [2.18]}$$

Untuk kawat relaksasi rendah digunakan  $\gamma_p = 0,28$

Harga  $\beta_1 = 0,85$  untuk  $f'_c \leq 30$  mpa dan  $0,85 - 0,008 (f'_c - 30)$  untuk  $f'_c > 30$  Mpa dan nilai  $\beta_1$  tidak boleh kurang dari 0,65.

Rumus rasio tulangan kawat prategang:

$$\rho_p = \frac{A_{ps}}{b d_p} \quad \text{..... [2.19]}$$

Batas atas dari pembesian memerlukan:

$$\omega p = \frac{\rho_p f_{ps}}{f'_c} < 0.36 \beta_1 \quad \dots\dots\dots [2.20]$$

Kemudian dihitung momen ultimate ( $M_u$ ) dengan rumus sebagai berikut:

$$M_u = \frac{wl^2}{8} \quad \dots\dots\dots [2.21]$$

$$\phi M_n \geq M_u \quad \dots\dots\dots [2.22]$$

Kapasitas momen dari batang prategang adalah suatu fungsi dari tegangan ultimit yang meningkat pada kabel prategang, seperti pada beton non prategang, batas atas dan batas bawah diganti oleh sejumlah tulangan untuk meyakinkan bahwa tegangan pada kabel adalah sesuai dengan tegangan beton pada perilaku daktail.

Dengan adanya kehilangan prategang maka kemudian dapat dihitung tegangan serat bawah  $f_b$ .

$$f_b = \frac{A_{ps} f_{se}}{A} \pm \frac{A_{ps} f_{se} \cdot P_i \cdot e^2 \cdot Y}{S_b} \quad \dots\dots\dots [2.23]$$

$$M_{cr} = \frac{I}{y_b} \left( \frac{P}{A} + \frac{Pe}{S_b} + 7.5 \sqrt{F'_c} \right) \quad \dots\dots\dots [2.23]$$

Dimana:

$f_{se}$  = gaya prategang efektif kawat prategang setelah kehilangan.

$Y_b$  = jarak permukaan bawah pracetak ke tengah pusat gaya prategang (cm).

$S_b$  = Inersia penampang untuk serat bawah (cm<sup>3</sup>).

Batas bawah dari penulangan memerlukan syarat:

$$\phi M_n \geq 1,2 M_{cr} \quad \dots\dots\dots [2.24]$$

Ini untuk meyakinkan bahwa ketika retak lentur beton meningkat, baja prategang tidak akan mencapai tegangan rencana penuh. Keadaan dari kriteria ini mungkin terjadi pada retak kabel pada pada titik retak lentur dengan menghasilkan keadaan patah yang gagal.

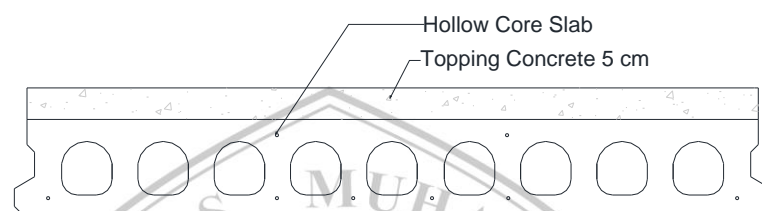
Persyaratan untuk batas atas pada penulangan berhubungan dengan asumsi dari regangan tegangan ultimit beton, dengan menggunakan gaya blok tegangan

tekan ultimit maka lebih banyak beton akan mencapai regangan ultimit karena rasio penulangan bertambah. Karena itu ketika batas atas penulangan dibatasi momen kapasitas harus didasarkan pada balok yang tertekan untuk keadaan ini maka :

$$\phi Mn = \phi [f'_c \cdot b \cdot d_p^2 (0.36\beta_1 - 0.08\beta_1^2)] \quad \dots\dots\dots [2.25]$$

Untuk penampang persegi atau penampang bersayap dengan garis netral pada sayap.

### 2.3.5. Perencanaan Topping



**Gambar 2.8** Pelat Pracetak Hollow Core dengan topping

Pada sistem pelat hollow core topping atau difragma mempunyai ketebalan tertentu agar dapat dipasang tulangan dan dapat menyatu dengan precast sebagai struktur komposit. Sangat berguna khususnya di lapangan (tengah bentang) yang mendapat momen positif. Inersia dan kekuatannya meningkat. Dengan memakai topping maka tidak semua komponen struktur lantai adalah precast, sehingga mengurangi bobot pada saat pengangkatannya. Komponen precast bekerja sebagai sistem pelat satu arah.

Dengan adanya topping maka dia dapat berfungsi seperti halnya diafragma jembatan, yaitu menyatukan precast-precast didekatnya sehingga dapat memikul beban tersebut bersama-sama. Artinya, adanya topping mampu meningkatkan kapasitasnya terhadap pembebanan terpusat tak terduga yang lebih besar dari rencana dan lebih kedap air atau suara, sehingga secara service-ability akan lebih baik, karena itu jugalah maka efek getaran ketika dilewati berkurang. Topping menyebabkan lantai lebih nyaman. Adanya Topping menyebabkan pada arah horizontal, lantai tersebut menjadi solid, bagian yang menimbulkan celah akan terisi, tidak ada gap.

Jika tanpa topping maka lantai dengan pembebanan setempat akan cenderung melendut lebih besar dibanding lantai didekatnya yang tidak mendapat



pembebanan tersebut. Dengan adanya topping maka dia dapat berfungsi seperti halnya diagframa jembatan, yaitu menyatukan precast-precast didekatnya sehingga dapat memikul beban tersebut bersama-sama. Artinya, adanya topping mampu meningkatkan kapasitasnya terhadap pembebanan terpusat tak terduga yang lebih besar dari rencana. Adanya topping secara tidak langsung membuat lantai lebih kedap air atau suara, sehingga secara service-ability akan lebih baik, karena itu jugalah maka efek getaran ketika dilewati berkurang. Topping menyebabkan lantai lebih nyaman. Adanya Topping menyebabkan pada arah horizontal, lantai tersebut menjadi solid, bagian yang menimbulkan celah akan terisi, tidak ada gap.

Dengan demikian ketika ada pergerakan horizontal maka dapat diharapkan setiap titik yang disatukan oleh slab dan topping menjadi sama sehingga dapat dianggap sebagai efek diagframa. Ini bagus untuk gempa. Kalau tanpa topping maka tidak ada jaminan bahwa pada arah lateral lantai-lantai precast tersebut menyatu.

